

PENGOLAHAN LINDI DENGAN MENGGUNAKAN ENCENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)

Oleh :

Novirina Hendrasarie

Dosen Teknik Lingkungan - (UPN) "Veteran" Jatim

Email : hendrasarie@gmail.com

Abstract

This research aim to to identify ability plant of Eichornia Crassipes in degrading organik obstetrical concentration at lindi in TPA Benowo. Obstetrical of organik matter in this research is COD (Chemical Oxygent Demand and BOD (Biological Oxygent Demand. The result of this research, got by that Eichornia Crassipes have the potency [to] degrade organik content, specially BOD and COD. Eichornia Crassipes earn optimum degrade concentration of BOD 397.69 mg/l and COD 768 mg/l that is at reactor 3, by prosentase degradation of each BOD and COD is 94.89% and 94.79%. this result of research got also parameter of DO (Dissolved Oxygent) in every reactor still in standard which qualify, while pH mount to become base, that can make difficult life of Eichornia Crassipes.

Keyword : Organik matter of BOD and COD, Absorbtion, wetland

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan tumbuhan enceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam menurunkan konsentrasi kandungan organik pada lindi di TPA Benowo. Kandungan organik yang diuji dalam penelitian ini adalah COD dan BOD. Variabel penelitian adalah variasi konsentrasi BOD dan COD yang dipaparkan pada tumbuhan enceng gondok. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa enceng gondok berpotensi menurunkan kandungan organik, khususnya BOD dan COD. Enceng gondok dapat optimum menurunkan konsentrasi BOD 397.69 mg/l dan COD 768 mg/l yaitu reactor 3, dengan prosentase penurunan masing-masing BOD dan COD adalah 94.89% dan 94.79%. Dari hasil penelitian didapatkan juga parameter DO dalam tiap reactor masih dalam standard yang dipersyaratkan, sedangkan pH meningkat menjadi basa, yang menyulitkan daya hidup enceng gondok.

Kata Kunci : Kandungan Organik BOD dan COD, absorbs, wetland

1. Pendahuluan

Tempat pembuangan terakhir (TPA) Benowo, di Surabaya yang lokasinya berada di tengah-tengah tambak, untuk saat ini membutuhkan pengolahan lindi. Kebutuhan ini mendesak, mengingat timbunan sampah terus menggenangi dan air lindi makin melimpah akibat ditutupnya TPA Keputih. Bangunan fisik pengolah lindi tersebut sudah ada, tetapi hasil dari pengolahan lindi di TPA Benowo masih dibawah kriteria baku mutu air yang ditetapkan. Dikhawatirkan limbah cair tersebut mencemari tambak udang dan garam masyarakat yang mengelilingi TPA Benowo dan sungai yang sebagian besar masyarakat yang ada di sekitar TPA menggunakan sebagai kebutuhan rumah tangga. Pola penanganan lindi yang

kurang akan mengakibatkan pencemaran lahan yang juga akan berdampak pada pencemaran air tanah dan air permukaan. Pengolahan limbah dengan menggunakan tumbuhan air telah banyak di hunakan di berbagai negara. Sistem ini sangat cocok untuk digunakan di daerah pinggiran kota, karena lebih mudah pengoperasiannya dibandingkan dengan sistem konvensional. Indonesia merupakan negara tropis, dimana berbagai macam tumbuhan dengan suburnya tumbuh sepanjang tahun. Selain itu juga di Indonesia berbagai jenis media tumbuh tersedia dengan melimpah. Kondisi ini sangat memungkinkan untuk mencoba dan mengembangkan sistem pengolahan limbah dengan menggunakan tumbuh-tumbuhan.

Dalam penelitian dilakukan alternatif pengolahan dengan menggunakan Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) karena sifat pertumbuhannya yang sangat cepat dan mudah, selain itu fungsi ekologis dari enceng gondok adalah sebagai stabilisator suatu perairan lantaran kemampuannya menetralsir bahan pencemar (Lukito, 2002)

Pada TPA Benowo, Kandungan nilai BOD dan COD pada lindi masih sangat tinggi yang dapat menyebabkan pencemaran pada air permukaan dan tambak yang ada di sekeliling TPA Benowo.

Tujuan penelitian adalah untuk menguji kemampuan enceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD dalam lindi.

Dari penelitian dapat bermanfaat untuk :

1. Melindungi kualitas lingkungan terutama badan air dan tambak udang masyarakat yang terletak di dekat TPA benowo dari pencemaran limbah lindi
2. Memberikan alternatif pemanfaatan enceng gondok dalam menurunkan pencemaran akibat lindi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Lindi dan Pengaruhnya Terhadap Pencemaran Air

Lindi adalah cairan dari sampah yang mengandung unsur-unsur terlarut dan tersuspensi. Menurut Damanhuri (1992), lindi adalah salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh timbunan sampah. Sampah yang ditimbun dalam TPA (Tempat Pembuangan Akhir) mengandung zat organik, jika hujan turun akan menghasilkan lindi dengan kandungan mineral dan zat organik tinggi. Bila kondisi ini dibiarkan mengalir ke dalam permukaan tanah, dapat menimbulkan efek negatif bagi lingkungan sekitarnya termasuk bagi manusia (Anonymous, 1983).

Lindi yang berada di permukaan tanah, dapat menimbulkan polusi pada air tanah dan air permukaan, hal ini dikemukakan oleh Ehrig (1993), sebagai berikut :

- a. Air permukaan yang terpolusi oleh lindi dengan kandungan zat organik tinggi, pada proses penguraian secara biologis akan menghabiskan kandungan oksigen dalam air dan akhirnya seluruh kehidupan dalam air yang tergantung

oleh keberadaan oksigen terlarut akan mati.

- b. Air tanah yang terpolusi oleh lindi dengan konsentrasi tinggi, polutan tersebut akan berada dan tetap ada pada air tanah tersebut dalam jangka waktu yang lama, karena terbatasnya oksigen terlarut, sehingga sumber air yang berasal dari air tanah tidak sesuai lagi untuk air bersih.

2.2. Karakteristik Lindi

Kualitas dan kuantitas lindi perlu diketahui untuk menentukan sistem pengolahan yang tepat dan untuk memperkirakan efek-efek polusi dari lindi terhadap lingkungan. Menurut Hendrasarie (2001), komposisi dan produktifitas lindi dipengaruhi hal-hal berikut ini

- a. Karakteristik sampah (organik – anorganik, mudah tidaknya terurai dan terlarut)
- b. Hidrogeologi lokasi penimbunan
- c. Iklim, klimatologi dan curah hujan
- d. Kondisi TPA (umur timbunan sampah, kelembabab, temperatur)
- e. Jenis operasi yang dilakukan di tempat penimbunan sampah.

Faktor-faktor tersebut di atas sangat bervariasi pada suatu tempat pembuangan yang satu dengan yang lainnya, begitu pula aktivitas biologis serta proses yang terjadi pada timbunan sampah, baik secara aerob maupun anaerob. Dengan adanya hal tersebut, maka akan mempengaruhi pola produk yang dihasilkan akibat proses dekomposisi seperti kualitas dan kuantitas lindi serta gas.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik lindi, pada umumnya hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa parameter lindi yang mengandung BOD, COD jauh lebih besar daripada air buangan. Disamping itu tendensi umum dari komposisi lindi dapat memberi gambaran umur timbunan sampah. Lindi yang berasal dari timbunan sampah yang masih baru, biasanya ditandai oleh kandungan asam lemak volatile, dan rasio BOD, COD yang tinggi. Sementara lindi dari timbunan sampah yang lama akan mengandung rasio BOD, COD dan konsentrasi pencemaran karena timbunan sampah yang masih baru, biodegradasi umumnya berlangsung cepat yang ditandai dengan kenaikan produksi asam dan penurunan pH lindi yang menga-

kibatkan kemampuan pelarutan bahan-bahan pada sampah oleh air menjadi tinggi. Perbandingan BOD dengan COD pada timbunan sampah yang masih baru akan berkisar antara 0,4 sampai 0,8. Harga akan lebih besar pada fase methanogenesis mencapai 8. Setelah beberapa tahun, kondisi lindi yang dihasilkan oleh timbunan sampah akan mulai stabil (Ehrig 1993).

2.3. Potensi Enceng Gondok Dalam Menyerap Bahan Pencemar

Tanaman enceng gondok mempunyai sifat yang mudah berkembang biak dan toleran terhadap lingkungan. Dikemukakan USEPA (1988), bahwa salah satu tumbuhan air yang banyak digunakan dalam pengolahan air kotor "tertiary treatment" adalah enceng gondok, sehingga tanaman ini mempunyai manfaat bagi manusia karena dapat menghilangkan polutan pada badan air. Fungsi ekologis dari enceng gondok adalah sebagai stabilisator suatu perairan lantaran mempunyai kemampuan menetralkan bahan pencemar yang masuk ke perairan tersebut. Lewat akarnya yang lebat, bahan pencemar itu diserap untuk digunakan dalam proses metabolismenya. Enceng gondok juga dapat menyerap kelebihan unsur hara dalam air yang dapat mengakibatkan pencemaran air berupa keluarnya bau busuk dan busa. (Hendrasarie, 2004) Selain mampu mengurangi beban pencemar bahan-bahak organik, tanaman berbunga indah ini juga dapat menyerap partikel logam berat, fenol, dan senyawa pospat. Menurut Slamet (1992), enceng gondok mampu tumbuh dengan baik dan menyerap zat organik nonbiodegradable yang terkandung dalam air limbah dengan kandungan COD pada kisaran 400 mg/l, yaitu dengan syarat dipenuhi unsur-unsur hara yang dibutuhkan dan tingkat keasaman diatur pada pH 8.00.

Keuntungan yang didapat dari sistem pengolahan dengan menggunakan tumbuhan air, adalah :

- a. Biayanya yang murah dan pemeliharannya minimal dilaksanakan oleh operator yang kurang terampil.
- b. Pretreatment yang dibutuhkan sebelum aplikasi hanya primary treatment.
- c. Hasil panen tanaman dapat digunakan sebagai pupuk dan makanan untuk ikan dan babi.
- d. Tidak tergantung pada temperatur udara karena tanaman yang digunakan

bisa dibiasakan tergantung pada variasi temperatur.

2.4. Mekanisme Penyerapan Nutrien di Perairan Dengan Tumbuhan Air

Zat organik hasil proses dekomposisi sampah dapat sebagai nutrien atau bahan makanan bagi tanaman enceng gondok dan ini dapat mempercepat proses pendangkalan pada badan air. Tingginya konsentrasi zat organik ini akan mempengaruhi tingginya konsentrasi pada parameter lainnya seperti BOD, COD, mengingat parameter tersebut dapat sebagai pengukur keberadaan zat organik di perairan. Karena dalam pertumbuhannya tanaman enceng gondok sangat memerlukan nutrien, maka zat organik yang diserap akan lebih banyak. Akibatnya konsentrasi zat organik, BOD, dan COD di perairan berkurang. Jika unsur hara kurang tersedia, maka tentu pertumbuhan tanaman akan terhambat. Sebagai patokan kasar batas konsentrasi unsur hara dalam jaringan tumbuhan yang menyebabkan pertumbuhan tertekan sebesar 10 % dari pertumbuhan dikatakan kekurangan (*deficient*) unsur hara tertentu jika pertumbuhan terhambat, yakni hanya mencapai 80% dari pertumbuhan maksimum, walaupun semua unsur hara esensial lainnya tersedia berkecukupan. Jika jaringan tumbuhan mengandung unsur hara tertentu dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari konsentrasi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan maksimum, maka pada kondisi ini dikatakan tumbuhan dalam kondisi konsumsi mewah ("luxury consumption"). (Heddy, 1990).

Aktivitas mikroorganisme pada akar dan batang sangat berpengaruh terhadap penerunan bahan organik. Kegiatan mikroorganisme dalam reactor tumbuhan air dapat disamakan dengan yang ada dalam sistem Trickling Filter dan sistem Activated Sludge serta turut didalam proses umumnya adalah bakteri, yaitu bakteri *Thiobacillus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, dan *microalgae* (Polprasert, 1989). Ada juga sekelompok mikroba lain yang hidup di sekitar akar tanaman, baik tanaman yang hidup pada habitat tanah ataupun pada habitat air, yang kehadirannya secara khas tergantung kepada akar tersebut, kelompok mikroba tersebut umum disebut mikroba Rhizosfera.

Enceng gondok adalah salah satu jenis tanaman yang memiliki mikroba Rhizosfera yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan nilai BOD, COD pada air buangan (Suria, 1993).

Dalam sistem akuntik bahan organik yang dapat terendapkan dihilangkan dengan sedimentasi dan penguraian anaerobik pada dasar reactor. Bahan organik yang tersisa dalam larutan diturunkan oleh aktivitas metabolisme bakteri.

Asam-asam organik yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik tersebut dapat diabsorpsi oleh tumbuhan air. Dalam sistem pengolahan limbah menggunakan tumbuhan air (enceng gondok), bakteri dan enceng gondok merupakan organisme utama yang berperan dalam proses pembuangan zat organik dan nutrient dalam air limbah. Bakteri menguraikan bahan organik menjadi molekul atau ion yang dapat diserap oleh enceng gondok. Hal itu akan memacu bakteri untuk mempercepat proses penguraian bahan organik. Selain itu proses penyerapan ion-ion oleh enceng gondok akan mencegah terjadinya penumpukan ion-ion yang dapat bersifat racun bagi bakteri itu sendiri. Bahan organik yang telah terurai menjadi senyawa organik / anorganik dalam bentuk ion seperti : NO_3^- , NH_4^+ , H_2PO_4^- , dan sebagainya dapat diserap oleh tumbuhan air.

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini sampel yang digunakan adalah lindi effluent hasil pengolahan Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPCL) TPA Benowo Surabaya, dimana dari penelitian awal, kandungan BOD dan COD masih melebihi baku mutu yang dipersyaratkan.

Tumbuhan uji yang digunakan sebagai objek adalah : Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan kriteria sebagai berikut :

- Enceng gondok yang akan ditanam dalam keadaan segar, yaitu daun berwarna hijau segar dan tidak ada yang layu
- Berat untuk masing-masing tanaman sama, yaitu 13.22 gr.
- Jumlah daun berkisar 4 – 5 lembar
- Panjang akar 7 – 10 cm
- Lebar daun 5 – 7 cm

Parameter yang akan diteliti, meliputi : BOD, COD, DO dan pH. Sedangkan perbandingan air lindi dan air PDAM yang digunakan adalah :

- Reaktor 1, Air Lindi : Air PDAM 1:0
- Reaktor 2, Air Lindi : Air PDAM 3:8
- Reaktor 3, Air Lindi : Air PDAM 3:10
- Reaktor 4, Air Lindi : Air PDAM 1:4
- Reaktor 5, Air Lindi : Air PDAM 0:1 (kontrol)

Dalam penelitian ini, terbagi menjadi 2 tahap penelitian yaitu :

1. Tahap Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini, bertujuan untuk mengetahui usia optimum enceng gondok dapat menyerap secara maksimal unsur hara yang terdapat pada media tanam air alami. Media tanam air alami yang dimaksud adalah air yang berasal dari tempat tumbuhnya enceng gondok di alam. Dengan mengetahui usia tersebut, maka dapat ditetapkan hari yang optimal untuk penanaman enceng gondok dalam media air limbah, sehingga diharapkan dengan kondisi tersebut, enceng gondok mampu menyerap unsur hara secara maksimal.

Enceng gondok tersebut ditempatkan pada reaktor dengan berat basah 52.88 gr, dan ketinggian air 25 cm. Perkembangan tanaman diamati, dengan perlakuan selama 3 hari sekali tanaman ditimbang.

2. Tahap Penelitian Utama

Dari data penelitian pendahuluan, nantinya akan didapatkan hasil penanaman enceng gondok pada hari yang optimum, sehingga tanaman dapat diadaptasi pada hari yang optimum tersebut.

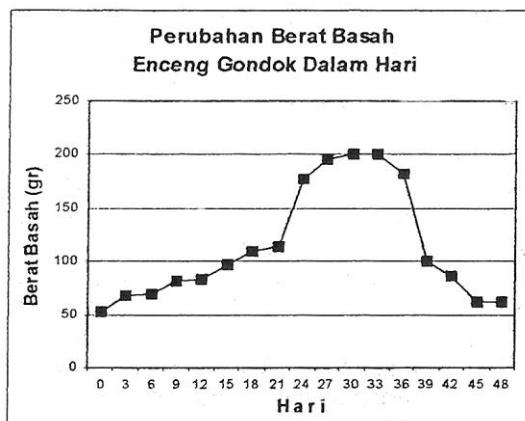
Setelah masa adaptasi, disiapkan 6 reaktor dengan variasi konsentrasi tertentu, seperti tersebut di atas. Dan masing-masing reaktor ditanami enceng gondok dengan jumlah dan berat yang sama, yaitu 4 tanaman dan berat sesuai penelitian pendahuluan yaitu 52.88 gr.

Selama penelitian, dilakukan analisa COD, BOD, DO dan pH selama 5 hari sekali, dengan perlakuan untuk tanaman yang berdaun tua dan rusak dilakukan pemotongan.

4. Pembahasan

4.1. Berat Basah Optimal Enceng Gondok

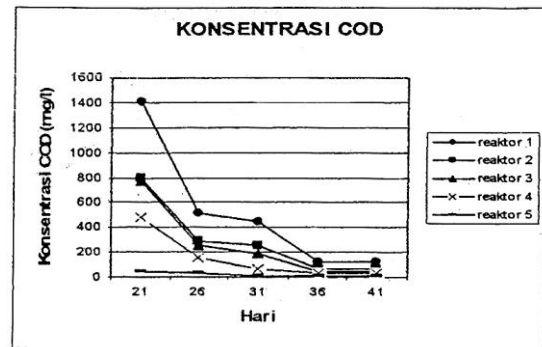
Berat basah optimal enceng gondok didapatkan dari penelitian pendahuluan. Dengan mengetahui berat basah optimal, diharapkan kondisi tersebut mampu menyerap unsur hara secara maksimal. Dengan berat basah awal 52.88 gr, didapatkan berat basah optimal pada kisaran 114.56 – 177.56 gr. Ini dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



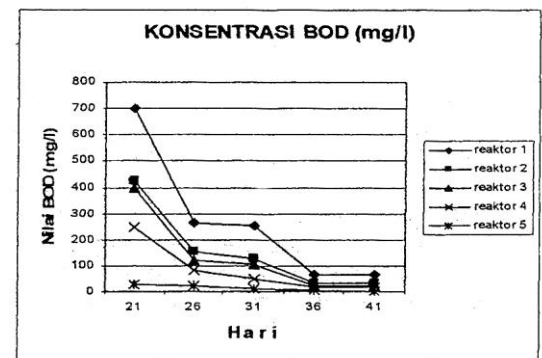
Gambar 1. Perubahan Berat Basah Enceng Gondok

4.2. Variasi Konsentrasi Penurunan Kandungan BOD dan COD Pada Lindi

Setelah masa adaptasi selama 21 hari, maka tanaman ditanam pada media air limbah. Dari hasil penelitian, didapatkan konsentrasi optimum kandungan BOD dan COD yang dapat ditoleransi oleh Enceng Gondok. Dari gambar 2 dan 3 (Penurunan Konsentrasi BOD dan COD), didapatkan konsentrasi optimum pada reaktor 3 dengan konsentrasi pada hari ke 21, BOD 397.69 mg/l dan COD 768 mg/l. Selama 20 hari pemaparan lindi pada tumbuhan enceng gondok, didapatkan penurunan kandungan yang signifikan, yaitu pada hari ke 36. Tetapi pada hari ke 36 menuju hari ke 41, enceng gondok mengalami penurunan dalam penyerapan BOD dan COD sudah tidak maksimal, hal itu disebabkan enceng gondok mengalami masa jenuh.

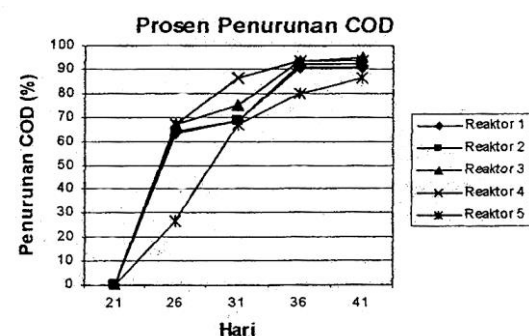


Gambar 2. Penurunan Konsentrasi COD

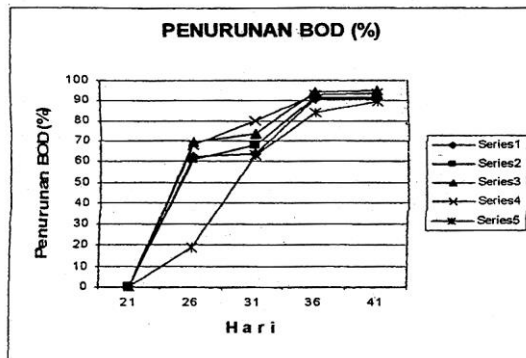


Gambar 3. Penurunan Konsentrasi BOD

Sedangkan dari gambar 4 dan 5 yang menunjukkan proses penurunan kandungan BOD dan COD, reaktor 3 menunjukkan prosen penurunan konsentrasi BOD dan COD, yaitu 94.89% dan 94.79% pada hari ke 36. Sedang pada rentang hari ke 36 sampai 41, prosen penurunan yang relatif stagnan.

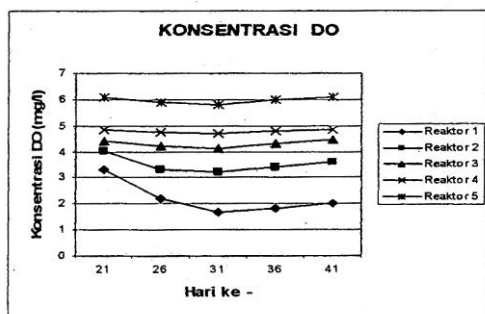


Gambar 4. Prosen Penurunan COD



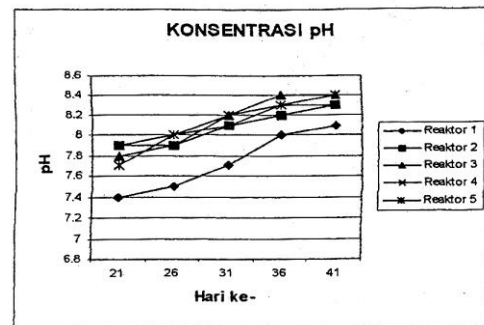
Gambar 5. Prosen Penurunan BOD

Paramater yang berpengaruh dalam daya hidup enceng gondok adalah kandungan Oksigen terlarut dan pH didalam limbah lindi. Dari gambar 6 terlihat adanya penurunan DO pada hari ke 31, hal ini disebabkan pertumbuhan enceng gondok yang meningkat, dan sampai pada hari ke 31 pemakaian oksigen oleh mikroorganisme untuk menurunkannutrien secara besar-besaran. Sebab lain adalah aktivitas bakteri heterotrof dalam mengoksidasi substrat organik dengan oksigen. Setelah hari ke 31 aktivitas mikroorganisme dan bakteri mulai berkurang karena nutrisi yang ada juga mengalami penurunan.



Gambar 6. Variasi Konsentrasi DO

Dari pengukuran pH pada tiap reaktor menunjukkan adanya kenaikan Ph. Kenaikan pH disebabkan karena adanya proses fotosintesis oleh enceng gondok pada media tanam yaitu limbah lindi. Enceng gondok dapat hidup baik pada pH 7 – 7.5 (Sawyer, 1978). Jadi kenaikan pH dalam penelitian melebihi normal, sehingga terjadi tekanan ekologis yang berakibat dapat menurunkan pertumbuhan enceng gondok.



Gambar 7. Variasi Konsentrasi pH

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, didapatkan kesimpulan :

- Mekanisme penyerapan tumbuhan enceng gondok terhadap nutrisi, adalah absorpsi osmosis
- Enceng gondok dapat optimum menurunkan lindi pada konsentrasi BOD 397.69 mg/l dan COD 768 mg/l yaitu pada reaktor 3, dengan persentase penurunan masing-masing BOD dan COD adalah 94.89% dan 94.79%
- Dari hasil penelitian didapatkan juga parameter DO dalam tiap reaktor masih dalam standar yang dipersyaratkan, sedangkan pH meningkat menjadi basa, yang menyulitkan daya hidup enceng gondok.

6. Daftar Pustaka

- Anonimous, 1983. *Pembuangan Sampah*, Proyek Pengembangan Pendidikan Tenaga Sanitasi Pusat dan Pusat Pendidikan Kesehatan, Departemen Kesehatan Jakarta
- Damanhuri, T.P., 1992. *Pengelolaan Leachate di TPA Sampah dalam Kaitannya dengan Pencegahan Pencemaran Lingkungan*, ITB Bandung
- Ehrig, H.J., 1993. *Quality and Quantity of Sanitary Landfill Leachate*, Wastewater Management Research, Vol.1 No. 1.
- Geller, G, 1995. Einsatz von Pflanzenkulturen zur Entsorgung im Indischen Reumlangfristige Erfahrungen, WAF-Seminar, Wien

- Hendrasarie, N., 2001, *Uji Chitosan Sebagai Alternatif Dekonsentrasi Cadmium Dalam Air Limbah*, Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknik Vol. 1 No.2, pp. 5-8
- Hendrasarie, N., 2004 *Uji Efektifitas Biji Kelor (Moringa Oleifer) Sebagai Desinfektan Bakteri Coliform*, Jurnal Rekayasa Perencanaan Vol 1 No.1, pp. 51-56
- Lakitan, B, 1995, *Fisiologi Tanaman*, PT. Raja Grafindo Persada
- Lukito A. M., 2002, *Tanaman Air*, Agro Media Pustaka, Jakarta
- Polprasert, C., 1989. *Organic waste Recycling Environmental Engineering Division* Asian Institut of Technology, Bangkok
- Reddy, K.R., D'Angelo, E.M., DeBusk, T.A., 1989. *Oxygen Transport Through Aquatic Macrophytes : The Role in Wastewater Treatment*. J.Env. uality 19:261 – 267
- Soerjani, M.J.V. Pancho and V.V. Nguyen, 1979. *Aquatic weed problem and control in South East Asia Tropical Pest biology*, Semeo – Biotrop, Bogor
- USEPA, 1988. Design Manual : Constructed Wetlands and Aquatic Plant System for Municipal Wastewater Treatment, EPA/625/1-88/022. US Environmental Protection Agency, Office of research and Development, Washington, DC. 83p.
- Vymazal. J., 1995, *Algae and Element Cycling in Wetland*. Lewis publisher. London